

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 05 354 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 L 5/26**  
H 04 L 12/64  
// H04M 11/00, H04N  
7/173

⑦ Aktenzeichen: 197 05 354.8  
⑧ Anmeldetag: 12. 2. 97  
⑨ Offenlegungstag: 13. 8. 98

DE 197 05 354 A 1

⑦ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦ Erfinder:  
Möhrmann, Karl Heinz, Dipl.-Ing., 81369 München,  
DE

⑤ Entgegenhaltungen:

DE 44 39 281 C1  
DE 44 22 015 C1  
DE 43 28 487 C2  
DE 40 20 963 A1  
DE 69 1 10 71 6T2  
GB 22 80 571 A  
US 47 36 388  
US 37 00 820

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Übertragungssystem zur Übertragung von Digitalsignalen in einem Funk-Teilnehmeranschlußnetz

⑦ Für die bidirektionale Übertragung digitaler Signale in einem Funk-Teilnehmeranschlußnetz mit  $n \times 64$  kbit/s ( $n \leq 30$ ) wird eine Unterteilung in zwei Qualitätsklassen vorgeschlagen (High Quality Real Time Signal HQRT und Low Quality Non Real Time Signal LQNT). Die Signale der beiden Qualitätsklassen werden unterschiedlich sicher übertragen, insbesondere mittels ungleichförmiger Modulation in Verbindung mit hochwertiger FEC (Forward Error Correction) für HQRT und geringerwertiger FEC sowie ARQ (Automatic Repeat Request) für LQNT. Die jeweilige Übertragungskapazität kann dem HQRT- bzw. LQNT-Signal fest oder adaptiv zugeordnet sein.

RK	HQRT	SRK	LQNT
----	------	-----	------

3EST AVAILABLE COPY

DE 197 05 354 A 1

## Beschreibung

Im Teilnehmeranschlußbereich eines Telekommunikationsnetzes können für den Anschluß der einzelnen Teilnehmerstellen unterschiedliche Übertragungsmedien wie Cu-Zweidrahtleitung (ungeschirmte symmetrische Teilnehmeranschlußleitung), Koaxialkabel, Glasfaser oder Funk vorgesehen sein, wobei in bestehenden Telekommunikationsnetzen Cu-Doppelader-Leitungen eine beherrschende Rolle spielen. Der - Ende der 80er Jahre mit der Einführung des dienstintegrierenden digitalen Netzes (ISDN) mit einer nutzbaren Übertragungskapazität von bis zu 144 kbit/s auf einer 6 km langen Cu-Doppelader-Leitung einsetzende - Trend zu höheren Übertragungsraten führt dabei ggf. zwar zu einer Heranführung von Glasfaserstrecken bis zu einem teilnehmernahen Schaltungspunkt im Teilnehmeranschlußbereich, der sog. Optical Network Unit ONU (Fiber to the Curb); im Verzweigerkabelbereich, d. h. für die restliche Strecke zwischen Kabelverzweiger und Teilnehmerstelle, verbleibt es in aller Regel jedoch bei der hier installierten Teilnehmer-Anschlußleitung in Form einer symmetrischen Cu-Doppelader-Leitung.

Für die Übertragung digitaler Signale über ungeschirmte symmetrische Leitungen (Telefon-Teilnehmeranschlußleitungen) gibt es bereits unterschiedliche Systeme:

Schmalband-ISDN (N-ISDN) deckt in Zweidrahtbetrieb mit zwei B-Kanälen und einem D-Kanal eine Datenrate von 144 kb/s in jeder der beiden Übertragungsrichtungen ab. Mit einem - zwei Zweidrahtleitungen benutzenden - HDSL(High Speed Digital Subscriber Line)-System ist in Vierdrahtbetrieb die Übertragung von 1,5 bzw. 2 Mb/s über eine Entfernung von bis zu 4 km möglich; mit einem - nur eine Zweidrahtleitung benötigenden - ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)-System können im Zweidrahtbetrieb bis zu 6 Mb/s in Richtung zum Teilnehmer hin und einige 100 kb/s in Richtung vom Teilnehmer weg über Entfernungen von einigen km übertragen werden (IEEE Communications Magazine, May 1994, pp. 102-109). Mit VADSL (Very High Speed ADSL) sind unsymmetrische Systeme auch für höhere Datenraten in der Diskussion; noch höhere Datenraten, insbesondere von ATM-Signalen mit Datenraten bzw. Schnittstellen gemäß ATM-Forum-Standardvorschlägen, lassen sich - in Zweidraht- oder Vierdrahtbetrieb - mit VHDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line, auch als VDSL bezeichnet) über kürzere Entfernungen übertragen (ETSI TM3 Working Doc. No. 91, Vienna, 18.-22.03.1996).

Die Notwendigkeit der Übertragung solcher höheren Datenraten ergibt sich aus dem Aufkommen neuer multimediale Dienste, welche Bewegtbildübertragung mit einschließen, sowie aus der Notwendigkeit, LANs mit erheblichen Summendatenraten miteinander zu verbinden. Mit der wachsenden Nutzung des Internet ist ebenfalls ein rasches Ansteigen der Datenraten in den Netzen verbunden.

Für eine hochwertige Bewegtbildübertragung mit einer Qualität entsprechend einem PAL-Signal werden bei Anwendung des derzeitigen MPEG2-Standards zur Datenkompression ca. 4 Mb/s benötigt; eine VHS-ähnliche Qualität läßt sich mit etwa 1,5 bis 2 Mb/s erzielen. Solche hohen Datenraten lassen sich heute im Teilnehmeranschlußnetz zwar technisch beherrschen; der dazu notwendige Aufwand und die erforderlichen Investitionen zur Hochrüstung des Netzes sind aber erheblich.

Eine potentiell wesentlich kostengünstigere Möglichkeit eröffnet sich, wenn es gelingt, neue multimediale Dienste mit erheblich niedrigeren Datenraten von  $n \times 64 \text{ kb/s}$  (mit  $n \leq 30$ ) bidirektional zu realisieren. Neuere Erkenntnisse bei der Datenkompression lassen erkennen, daß eine derartige

Erwartung realistisch ist.

Die bislang verlegten Zweidraht-Teilnehmeranschlußleitungen werden im übrigen in aller Regel landesweit von einem einzigen Telekom-Unternehmen betrieben; wollen sich weitere Netzbetreiber etablieren, haben sie die Wahl zwischen einer Anmietung solcher bereits verlegten Teilnehmeranschlußleitungen, der Neuverlegung von Teilnehmeranschlußleitungen oder der Überbrückung der sog. letzten Meile bis zum Teilnehmer auf drahtlosem Wege, d. h. der Errichtung eines Funk-Teilnehmeranschlußnetzes. Hier erwägt man Netzkonzepte (DECT-link, CDMA-link) für Funk-Teilnehmeranschlußnetze mit geringen Bandbreiten oder auch auch für breitbandige Funk-Teilnehmeranschlußnetze mit bidirektionaler Übertragung jeweils einer Summenbitrate von beispielsweise 155 Mb/s auf ATM-Basis.

Die Erfindung zeigt nun einen vorteilhaften Weg zur Übertragung digitaler Information in einem Funk-Teilnehmeranschlußnetz.

Die Erfindung betrifft ein System zur Übertragung von Digitalsignalen in einem Funk-Teilnehmeranschlußnetz, insbesondere zur bidirektionalen Übertragung von Digitalsignalen in einem breitbandigen RLL(Radio in the Local Loop)-Teilnehmeranschlußnetz; dieses Übertragungssystem ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß für die Übertragung der Digitalsignale unterschiedliche Qualitätsklassen vorgesehen sind, in denen die Digitalsignale mit unterschiedlicher Übertragungssicherheit und unterschiedlichen Bitraten übertragen werden, wobei die Granularität der einem aktiven Teilnehmer zuteilbaren Bitrate in zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung nach Maßgabe der Kompatibilität zu einem entsprechenden leitungsgebundenen System festgelegt ist.

Die Erfindung ermöglicht die Einrichtung von attraktiven Geschäftsanschlüssen für sowohl CBR(Constant Bit Rate)-Signalübertragung als auch parallelen Internet-Zugriff und File-Transfer, eine jeweils optimale Ausnutzung des Spektrums, ohne daß dabei ggf. ein ungenutzt bleibender Teil der verfügbaren Übertragungskapazität verschenkt würde, sowie volle Kompatibilität zu entsprechenden Einrichtungen und Endgeräten in drahtgebundenen Netzen.

Weitere Besonderheiten der Erfindung werden aus der nachfolgenden näheren Erläuterung der Erfindung an Hand der Zeichnungen ersichtlich. Dabei zeigt

Fig. 1 schematisch einen Ausschnitt aus einem Funk-Teilnehmeranschlußnetz; in

Fig. 2 ist eine Rahmenstruktur eines Übertragungssystems gemäß der Erfindung skizziert, und

Fig. 3 verdeutlicht eine Realisierung unterschiedlicher Dienstqualitäten durch ungleichförmige Modulation.

In der Zeichnung Fig. 1 ist schematisch ein Ausschnitt aus einem Funk-Teilnehmeranschlußnetz skizziert, in dem eine Mehrzahl von dezentralen (teilnehmerseitigen) Funkabschlußeinrichtungen (Transceivern) TRX jeweils über Funk mit einer demgegenüber zentralen Basisstation BS verbunden ist. Die Basisstation BS kann dabei über eine (vorzugsweise optische) Anschlußleitung OF mit einer Vermittlungsstelle VSt verbunden sein; an die dezentralen Funkabschlußeinrichtungen TRX sind teilnehmerseitige Endgeräte - im Beispiel Telefon, Set Top Box mit Fernsehgerät und PC - angeschlossen. Über die Funkstrecken BS - TRX mögen bidirektional Digitalsignale mit Bitraten von  $n \times 64 \text{ kb/s}$  (mit  $n \leq 30$ ) übertragbar sein.

Für die Digitalsignalübertragung auf den Funkstrecken BS - TRX sind nun unterschiedliche Dienstqualitätsklassen vorgesehen, in denen die Digitalsignale mit unterschiedlicher Übertragungssicherheit übertragen werden. Dabei wird es in aller Regel ausreichen, zwei Dienstqualitätsklassen vorzusehen, nämlich eine obere Qualitätsklasse HQRT für

Echtzeit-Übertragung in festgelegter garantierter Dienstqualität (QoS - Quality of service) und eine untere Qualitätsklasse LQNT ohne Echtzeit-Übertragung und ohne garantierte Dienstqualität.

Die obere Qualitätsklasse HQRT kann beispielsweise durch die Digitalsignalübertragung in Echtzeit mit konstanter oder auch variabler Bitrate (Constant Bit Rate CBR oder Variable Bit Rate VBR) bei einer unterhalb einer bestimmten, ggf. auch individuell vom angeschlossenen Endgerät vorgegebenen Schwelle liegenden Bitfehlerrate (Bit Error Rate BER) charakterisiert sein. Diese Dienstqualität läßt sich durch entsprechende Maßnahmen wie z. B. Wahl einer hinreichend niedrigen Datenrate bzw. Bandbreite, fehlersichernde Codierung (Forward Error Correction FEC) in Verbindung mit robuster Modulation oder auch geeigneter Entzerrung gewährleisten.

Die untere Qualitätsklasse LQNT kann beispielsweise durch Paketübertragung mit der jeweils gerade verfügbaren Bitrate (Available Bit Rate ABR), automatischer Rückfrage und Wiederholung (Automatic Repeat Request ARQ) mit entsprechend unvorhersagbaren Verzögerungen charakterisiert sein. Diese Dienstqualität ist für Nicht-Echtzeit-Dienste (z. B. file transfer, Internet-Surfing) geeignet und ausreichend.

Zweckmäßigerweise werden die Signale unterschiedlicher Qualitätsklassen zu einem Summensignal mit fester Rahmenstruktur zusammengefaßt, wobei die Granularität für die Bitrate pro (aktivem) Teilnehmer mit einer Brutto-Datenrate von beispielsweise 2 Mbit/s pro Teilnehmer so gewählt wird, daß sich Kompatibilität (gleicher Rahmen, Brutto-Datenrate pro Teilnehmer 2 Mb/s) zu entsprechenden leitungsgebundenen Systemen ergibt, wie sie an sich (aus DE 197 02 142 A1) bekannt sind. Damit lassen sich bei einer Summendatenrate von 155 Mb/s unter Berücksichtigung des statistischen Verkehrsverhaltens ca. 128 Teilnehmer pro Funkzelle leicht bedienen. Der Teilnehmer erhält damit einen flexiblen  $nx64\text{ kb/s}$ -Anschluß, den er einzeln oder parallel für Dienste mit unterschiedlichen Güteklassen benutzen kann und welcher voll kompatibel zu entsprechenden leitungsgebundenen Systemen und den dazugehörigen Endgeräten ist.

Dies stellt einen attraktiven multimedia-fähigen Geschäftsanschluß dar. Die erkennbaren Fortschritte bei der Datenkompression für Bewegtbildsequenzen lassen darüber hinaus erwarten, daß mit den verfügbaren Datenraten  $nx64\text{ kb/s}$  (bei  $n \approx 6 \dots 18$  in abschbarer Zeit auch ein hochwertiger Bewegtbildabruf (Video-on-Demand) realisiert werden kann, so daß sich ein Anschluß der hier geschilderten Art auch vorteilhaft in sog. residential areas, also für den privaten Heimanschluß, einsetzen läßt.

Ein Einsatz von ATM ist nicht zwingend und auch nicht in allen Fällen sinnvoll; optional ist aber ATM-Übertragung möglich, wobei für ATM bereits unterschiedliche Klassen (CBR, ABR) definiert sind.

Aufgrund der groben Granularität und der damit verbundenen relativ hohen reservierten Datenrate pro aktivem Teilnehmer verbleibt im Normalfall ( $nx64\text{ kb/s}$  mit beispielsweise  $n < 15$ ) bei durch den Teilnehmer nicht voll genutztem Kanal ungenutzte Übertragungskapazität. Die freie Kapazität kann aber genutzt werden, z. B. für die Qualitätsklasse HQRT zur weiteren Verbesserung der Dienstqualität durch Zusatz von mehr Redundanz für die wirklich zu übertragende Information, womit bei kleinerem  $n$  eine besonders hochwertige Übertragung möglich ist, während sie bei großem  $n$  nicht ganz so gut ist. Vorzuziehen wird vielfach aber die Alternative sein, die überschüssige Datenrate (nicht genutzte HQRT-Kapazität) zusätzlich für die Übertragung von LQNT-Information zu nutzen.

Bei der Zusammenfassung der Signale von im Beispiel zwei unterschiedlichen Qualitätsklassen zu einem Summensignal mit fester Rahmenstruktur kann ein Rahmen ein den Rahmenbeginn markierendes Rahmenkennungswort RK, ein nachfolgendes Informationsfeld der oberen Qualitätsklasse HQRT, ein Informationsfeld der unteren Qualitätsklasse LQNT sowie ein die Grenze zwischen beiden Informationsfeldern markierendes Sub-Rahmenkennungswort SRK umfassen. Eine solche Rahmenstruktur wird auch in Fig. 2 verdeutlicht. Das Rahmenkennungswort RK ist so gewählt, daß es den HQRT-Anforderungen entspricht und auf Grund der periodischen Wiederkehr mit hoher Sicherheit auch noch bei schlechtem BER-Wert bzw. gelegentlich verfälschten einzelnen Bits erkannt werden kann. Es kann eine Qualitätsüberwachung des HQRT-Signals in Form einer Überwachung der Bitfehlerrate des Rahmenkennungsworts RK durchgeführt werden. Entsprechendes gilt für ein Subrahmenkennungswort SRK, welches die Bereiche HQRT und LQNT trennt. Die Aufteilung der verfügbaren Übertragungskapazität auf die beiden Qualitätsklassen HQRT und LQNT wird entweder fest vorgegeben oder kann entsprechend den jeweiligen Bedürfnissen des Nutzers variabel eingestellt werden.

In einem ersten Szenario wird die HQRT-Datenrate fest vorgegeben, etwa so, daß bei Zusatz einer entsprechenden Redundanz zur Fehlersicherung für die weit überwiegende Anzahl aller Funkverbindungen einer Funkzelle die gewünschte Dienstqualität gesichert ist.

In dem in Haupt-Rahmenkennungswort RK, HQRT-Informationsfeld, Sub-Rahmenkennungswort SRK und LQNT-Informationsfeld unterteilten Übertragungsrahmen gemäß Fig. 2 steht in diesem ersten Ausführungsbeispiel das Sub-Rahmenkennungswort SRK an fester Stelle; die Relation von HQRT-Bits und LQNT-Bits im Rahmen ist fest vorgegeben. Rahmenkennungswort RK, HQRT-Signal und Sub-Rahmenkennungswort SRK können durch entsprechende Kanalcodierung und robuste Modulation hinreichend gesichert werden, so daß die geforderte Dienstqualität gewährleistet ist.

In einem zweiten Szenario wird auf Grund einer Fehlerratenmessung bei unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten die maximal mögliche Datenrate für das HQRT-Signal ermittelt und damit adaptiv an die Funkfелеigenschaften angepaßt. Die Lage des Sub-Rahmenkennungswort SRK im Rahmen - und damit auch das Verhältnis HQRT-Information zu LQNT-Information - ist variabel und adaptiv einstellbar.

Bei beiden Szenarien ist eine Reduktion auf einen robusten Rückfall-Modus mit geringerer Netto-Datenrate für LQNT möglich, falls die ARQ (Automatic Repeat Request)-Anforderungen einen vorgegebenen Grenzwert pro Zeiteinheit überschreiten, die Übertragungseigenschaften des Funkfeldes also schlecht sind. Dieser Rückfall-Modus wird unten noch näher beschrieben werden.

Bei der Realisierung der unterschiedlichen Dienstqualitätsklassen können unterschiedliche Übertragungsbitraten für die einzelnen Qualitätsklassen im gleichen Frequenzband oder in getrennten Frequenzbändern vorgesehen sein, wobei die Datenraten zweckmäßigerweise auf einfache Weise miteinander zusammenhängen, um ein leichtes Einfüllen in den - festen - Rahmen zu gewährleisten.

Für die einzelnen Qualitätsklassen wird in zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung eine ungleichförmige Signalmodulation vorgesehen, wie sie im Prinzip aus R. Kays: Fernschübertragung - Systemkonzepte und Einführungschancen; 15. Jahrestagung der FKTC, Berlin, 1.-5. Juni 1992, Tagungsband S. 74-89 bekannt ist und hier insoweit keiner weiteren Erläuterungen bedarf. So kann z. B. bei 16

TEST AVAILABLE

QAM der jeweilige Abstand der die Modulation beschreibenden Punkte in der Modulationschene unterschiedlich gewählt werden, wie dies in Fig. 3 angedeutet ist. Die Auswertung erfolgt z. B. derart, daß zunächst die beiden ersten Bit den Quadranten (1) (2), (3) oder (4) beschreiben, in welchen der Modulationsvektor zeigt; die folgenden 2 Bit beschreiben dann die exakte Lage des jeweiligen Vektors (a1 oder a2 in Fig. 3) im betreffenden Quadranten. Da in den beiden Fällen der Signal-/Störabstand durch die Häufung der einzelnen Vektorpunkte in bestimmten Bereichen der Modulationschene ("Clustern") unterschiedlich ist, werden die beiden ersten Bits relativ sicher übertragen, die beiden letzten Bits unsicherer. Dies folgt daraus, daß der Unterschied zwischen den Vektoren a1 und b1 (in Fig. 3) oder zwischen den Vektoren a2 und b1 (in Fig. 3) wesentlich größer ist als der Unterschied zwischen den Vektoren a1 und a2. Der Quadrant ist daher mit größerer Sicherheit bzw. leichter feststellbar als die genaue Lage des Vektorpunktes im Quadranten.

Für die einzelnen Qualitätsklassen wird in zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung auch eine ungleichförmige Signalcodierung vorgesehen, indem der Aufwand (zusätzliche redundante Bits) für eine zusätzliche Fehlersicherung unterschiedlich auf die einzelnen Teile der Information verteilt wird. Eine solche ungleichförmige Signalcodierung ist an sich ebenfalls (z. B. aus der Datenkompression bei Bewegtbildern, wo kritische Informationen (Sync) sicherer übertragen werden sollen als unkritischere Informationen, welche den Bildinhalt nur unwesentlich verfälschen) bekannt, so daß es hier insoweit ebenfalls keiner weiteren Erläuterungen bedarf. Dieses Prinzip führt im vorliegenden Fall zu unterschiedlichem Aufwand für die Fehlersicherung bei HQRT-Qualität und LQNT-Qualität; in der LQNT-Qualitätsklasse kann ggf. auf eine Fehlersicherung auch verzichtet werden.

In dem genannten ersten Szenario kann man z. B. ca. 50% der Übertragungskapazität zur Übertragung von HQRT-Information nutzen und diese sicher mit 4QAM, d. h. mit den nur den Quadranten angehenden zwei Bits übertragen; die anderen 50% der Übertragungskapazität kann man zur Übertragung von LQNT-Information nutzen, die dann unsicherer mit 16 QAM übertragen wird. Die HQRT-Information kann dabei durch zusätzliche fehlersichernde Codierung (Forward Error Correction FEC) hinreichend geschützt werden, während die LQNT-Information durch Automatic Repeat Request (ARQ) und ggf. durch eine geringwertige Fehlersicherung gesichert werden kann. Ein derartiges Vorgehen ist sinngemäß auch mit anderen Modulationsarten, wie beispielsweise m-PSK, kombinierbar. Will man die LQNT-Rate wegen zu häufiger ARQ-Requests im Betrieb weiter reduzieren (oben erwähnter Rückfall-Modus), so kann z. B. bei der Modulation die Punktzahl je Quadrant ebenfalls von 4 auf 2 reduziert werden und/oder die Schrittdauer pro LQNT-Bit verdoppelt werden. In entsprechender Weise kann bei zu schlechter Bit Error Rate (BER) für HQRT-Bits z. B. die Schrittdauer verdoppelt, d. h. die Datenrate halbiert werden, und/oder es wird bei der Modulation nur zwischen linker und rechter Halbebene unterschieden, wobei die Lage der Vektor-Punkte sinnvoll zu wählen ist, um das Signal-/Stör-Verhältnis (S/N) zu erhöhen. Dies würde nur noch ein Bit pro Stromschritt benötigen. Natürlich ist mit diesen Maßnahmen eine Reduktion der verfügbaren Netto-Datenrate verbunden.

In dem genannten zweiten Szenario kann man z. B. den Modulationshub oder die Zahl der Modulationsstufen für die beiden Qualitätsklassen adaptiv an die jeweiligen Funkfeldeigenschaften anpassen, wobei zweckmäßigerweise aus Gründen der Einfachheit die Rahmenlänge und damit die Summe aus HQRT- und LQNT-Bits pro Rahmen einschließlich zugefügter Redundanz für die Fehlersicherung konstant

gehalten wird. Damit kann eine jeweils optimale Ausnutzung der Übertragungskapazität der jeweiligen Funkverbindung erzielt werden. Das Subrahmenkennungswort SRK (vgl. Fig. 2), welches den Beginn des LQNT-Bereichs anzeigt, "floatet" nun in Abhängigkeit vom jeweils gewählten Übertragungsmodus im Rahmen, in der Regel aber nicht kontinuierlich, sondern in mehreren diskreten Stufen, die durch die jeweils gewählten Modulations- und Fehlersicherungsmodi bestimmt werden. Je besser die Funkverbindung ist, desto höher kann der HQRT-Anteil sein.

Es sei noch erwähnt, daß die (HQRT- bzw. LQNT-)Bits der verschiedenen Qualitätsklassen eine Zwischenspeicherung über eine Rahmendauer und vor der Modulation bzw. nach der Demodulation eine Umsortierung erfahren. Dies kann zweckmäßigerweise mit einem Interleaving verbunden werden, um Bündelfehler in leichter korrigierbare Einzelfehler aufzubrechen.

Die Modulationsart und ggf. die fehlersichernde Codierung (FEC) können für das HQRT-Signal nach Maßgabe der laufenden BER(Bit Error Rate)-Messung bei den (Sub-)Rahmenkennungswörtern RK bzw. SRK (vgl. Fig. 2) gewählt werden oder in dem genannten ersten Szenario fest eingestellt sein; für das LQNT-Signal können Modulationsart und ggf. Codierung (FEC) nach Maßgabe der zeitlichen Häufigkeit der ARQ-Anforderungen festgelegt werden. Die Informationen über die Bit Error Rate (BER) müssen vom Empfänger zum Sender rückübertragen werden. Auch sind zusätzliche "Housekeeping-Bits" und Bits für den Automatic Repeat Request (ARQ) erforderlich, und es müssen Informationen über die im Sender gewählten Übertragungs- und Codiermodi zum Empfänger (Transceiver) auf der anderen Seite der Übertragungsstrecke übertragen werden. Für diese Zwecke können einige Bits des Rahmenkennungsworts RK und/oder Sub-Rahmenkennungsworts SRK (in Fig. 2) zur Bildung eines Signalisierkanals umgewidmet werden. Man kann aber auch einen vollständigen 64kb/s-Kanal für diesen Zweck bereitstellen und im übrigen die Struktur eines 2-Mbit/s-PCM-Signals beibehalten, wobei ggf. Kanal 1 das Rahmenkennungswort RK und Kanal 16 das Sub-Rahmenkennungswort SRK enthält. Die Signalisierung kann dann in einem reservierten weiteren Kanal (z. B. Kanal 2) geschehen. Die Redundanz im Signal aufgrund der Rahmenstruktur ist dann  $3/32 = 9,4\%$ . Es kann aber auch ein längerer Rahmen gewählt werden. Da die RK- und SRK-Wörter auf Grund der erforderlichen Zusatzkapazität für die Fehlersicherung u. U. länger als bei einem Standard-2-Mbit/s-Signal sein müssen und da insbesondere die HQRT-Information ebenfalls eine entsprechende zusätzliche Redundanz erfordert, ist die insgesamt verfügbare Netto-Bitrate kleiner als  $29 \times 64 \text{ kbit/s}$ , was indessen von untergeordneter Bedeutung ist. Die fehlersichernde Codierung (FEC) kann für Rahmenkennungswort RK, Sub-Rahmenkennungswort SRK und HQRT-Signal gemeinsam oder auch getrennt stattfinden. Die genauen Daten sind auf der Grundlage praktischer Untersuchungen und anhand der Daten realer Netze festzulegen.

In der teilnehmerseitigen Funkabschlußeinrichtung TRX (in Fig. 1) können das HQRT-Signal und das LQNT-Signal an zwei verschiedenen Schnittstellen oder auch an einer gemeinsamen (beispielsweise 2-Mbit/s-) Schnittstelle mit entsprechender Rahmenstruktur zur Verfügung gestellt werden.

Die Signale der beiden Übertragungsrichtungen können in Frequenzgetrennlage oder (mit Echo-Cancelling) in Frequenzgleichlage übertragen werden.

Da RLL(Radio in the Loop)-Systeme Punkt-zu-Multi-punkt-Systeme sind, ist der Einsatz eines geeigneten Vielfach-Zugriffsverfahrens (z. B. TDMA) in Upstream-Richtung vom Teilnehmer weg erforderlich. In Downstream-

Richtung ; den Teilnehmern hin kann jeweils ein Multiplexsignal aus den 2-Mb/s-Signalen der angeschlossenen aktiven Teilnehmer gebildet werden. Jedem aktiven Teilnehmer wird eine entsprechende Übertragungskapazität bzw. Platz in dem so gebildeten Multiplex-Übertrahmen zugewiesen. In Upstream-Richtung werden bei TDMA-Betrieb die Bursts der aktiven Teilnehmer jeweils aus einem 2-Mb/s-Rahmen mit der zur Bildung des TDMA-Signals (Präambel usw.) erforderlichen Zusatzinformation aufgebaut.

Bei Übertragung von ATM-Signalen bis zum Teilnehmer werden die ATM-Zellen auf die beiden Dienstqualitätsklassen HQRT und LQNT entsprechend aufgeteilt: CBR (Constant Bit Rate)-ATM-Zellen mit hohen Dienstqualität-Anforderungen laufen im HQRT-Informationfeld, ABR (Available Bit Rate)-ATM-Zellen mit niedrigen Dienstqualität-Anforderungen laufen im LQNT-Teil. Die ATM-Zellen können fortlaufend in den Rahmen eingeschachtelt sein, der ggf. mit Leerzellen aufgefüllt sein kann. Die Redundanz wird um die Header der ATM-Zellen (um  $5/53 = 9,4\%$ ) erhöht.

Will man die zusätzliche Redundanz durch die Zellheader vermeiden, kann alternativ, ähnlich wie beim ATM-UNI, auch eine rein zellenbasierte Lösung vorgesehen sein, welche die Notwendigkeit expliziter Rahmenkennungen (RK, SRK in Fig. 2) vermeidet. Es gibt dann keinen festen Rahmenaufbau, sondern lediglich eine ATM-Zellenfolge, in welcher die Zellen der beiden Dienstqualitätsklassen in unterschiedlichen Formaten - mit unterschiedlicher zugefügter Redundanz und unterschiedlich moduliert - mit unterschiedlicher Häufigkeit auftreten. Der prozentuale Anteil der beiden Zelltypen und damit die jeweils möglichen maximalen Datenraten werden entweder fest vorgegeben oder adaptiv eingestellt und fortlaufend überwacht. Die Bit Error Rate (BER) für HQRT-Zellen wird beispielsweise anhand spezieller eingeschachtelter Meßzellen ermittelt. Die Übertragung der notwendigen Zusatzinformation über Modulation, Codierung, ARQ-Requests usw. sowie die Übertragung von Housekeeping-Information erfolgt ebenfalls in speziellen Zellen. Um empfangsseitig sicher erkennen zu können, ob die jeweilige empfangene Zelle eine HQRT-, eine LQNT- oder eine Housekeeping-Zelle ist, die ja unterschiedlich zu demodulieren, zu decodieren und ggf. auszuwerten sind, kann z. B. der interne Header durch einen Zusatz geringfügig verlängert werden, der stark gesichert und leicht erkennbar übertragen wird. Auf Grund der größeren Länge einer ATM-Zelle, verglichen mit der Länge eines 2-Mbit/s-Rahmens nach CCITT Rec. G.703, führt die für die sendeseitige Codierung notwendige Zwischenspeicherung mehrerer ATM-Zellen zu einer stärkeren Verzögerung. Bei einer Bitrate von 2-Mbit/s hat eine ATM-Zelle (ohne zusätzliche Redundanz) eine Dauer von ca. 200 µs, so daß insoweit die zu erwartende zusätzliche mittlere Verzögerung keine wesentliche Rolle spielt.

#### Patentansprüche

1. System zur Übertragung von Digitalsignalen in einem Funk-Teilnehmeranschlußnetz, insbesondere zur bidirektionalen Übertragung von Digitalsignalen in einem breitbandigen RLL (Radio in the Local Loop) - Teilnehmeranschlußnetz, dadurch gekennzeichnet, daß für die Übertragung der Digitalsignale unterschiedliche Qualitätsklassen (HQRT, LQNT) vorgesehen sind, in denen die Digitalsignale mit unterschiedlicher Übertragungssicherheit und unterschiedlichen Bitraten übertragen werden.
2. Übertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Granularität der einem aktiven

Teilnehmer zuteilbaren Bitrate nach Maßgabe der Kompatibilität zu einem entsprechenden leitungsgebundenen System festgelegt ist.

3. Übertragungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Qualitätsklassen, nämlich eine obere Qualitätsklasse (HQRT) mit Echtzeit-Übertragung in festgelegter garantierter Qualität und eine untere Qualitätsklasse (LQNT) mit Nicht-Echtzeit-Übertragung ohne garantierte Qualität vorgesehen sind.

4. Übertragungssystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale unterschiedlicher Qualitätsklasse (HQRT, LQNT) zu einem Summensignal mit fester Rahmenstruktur zusammengefaßt sind.

5. Übertragungssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Rahmen ein den Rahmenbeginn markierendes Rahmenkennungswort (RK), ein Informationfeld der oberen Qualitätsklasse (HQRT) und ein Informationfeld der unteren Qualitätsklasse (LQNT) sowie ein die Grenze zwischen beiden Informationsfeldern markierendes Sub-Rahmenkennungswort (SRK) enthält.

6. Übertragungssystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenrate des Digitalsignals der oberen Qualitätsklasse (HQRT) fest vorgegeben ist.

7. Übertragungssystem nach Anspruch 5 und 6, gekennzeichnet durch eine feste Position des Sub-Rahmenkennungsworts (SRK) im Rahmen.

8. Übertragungssystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die maximal mögliche Datenrate des Digitalsignals der oberen Qualitätsklasse (HQRT) adaptiv an die Leitungseigenschaften angepaßt ist.

9. Übertragungssystem nach Anspruch 5 und 8, gekennzeichnet durch eine variable Position des Sub-Rahmenkennungsworts (SRK) im Rahmen.

10. Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch unterschiedliche Übertragungsbiraten der Signale unterschiedlicher Qualitätsklasse (HQRT, LQNT).

11. Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch ungleichförmige Modulation der Signale unterschiedlicher Qualitätsklasse (HQRT, LQNT).

12. Übertragungssystem nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch adaptive Anpassung des Modulationshubs bzw. der Modulationsstufenanzahl für die unterschiedlichen Qualitätsklassen (HQRT, LQNT).

13. Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch ungleichförmige Codierung der Signale unterschiedlicher Qualitätsklasse (HQRT, LQNT).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

AVAILABLE COPY

FIG 1

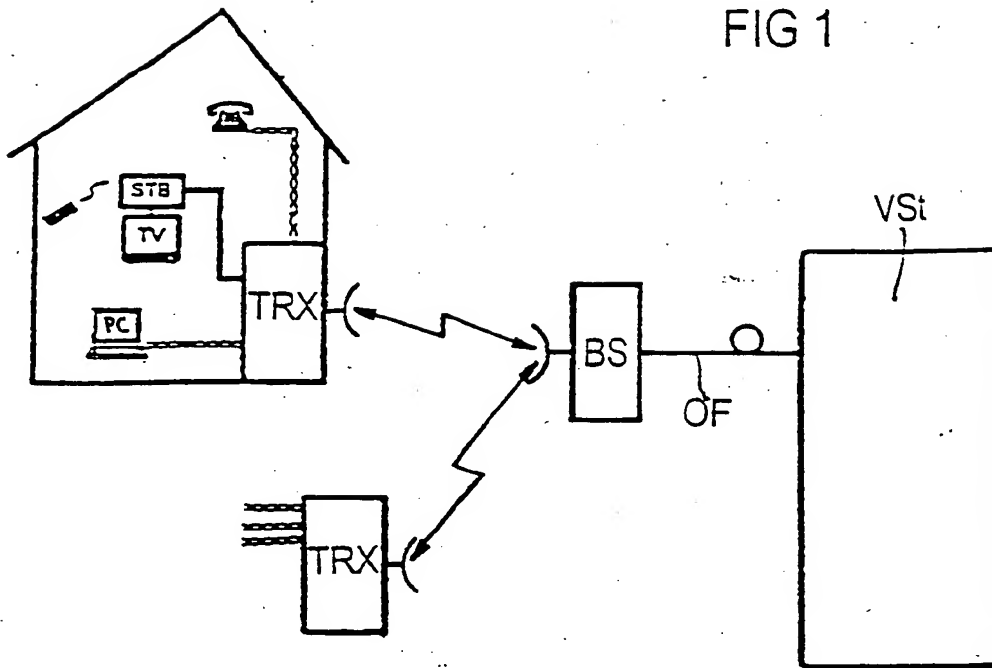


FIG 2



FIG 3

